TP Modulation d'amplitude

Capacités exigibles du programme :

Modulation et démodulation
– Élaborer un signal modulé en amplitude à l'aide d'un circuit multiplieur.
– Réaliser une démodulation synchrone.

Liste du matériel :

– Module multiplieur
– Alimentation +15/−15 V
– 2 GBF
– Oscilloscope
– Module Phytex de réception radio
– Module Phytex d'amplification
– Plaquette de montage de composants
– Résistances à disposition
– Condensateurs à disposition
– Boîte de résistance variable
– Boîte de capacité variable
– Bobine de 50 mH
– Écouteurs (fils dénudés)

1 Modulation d'amplitude

Modulation d'un signal sinusoïdal :
Déterminer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de moduler un signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz et d'amplitude 5 V par un signal sinusoïdal de fréquence 10 kHz et d'amplitude 10 V.

Spectre d'un signal modulé :
Déterminer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de tracer le spectre du signal obtenu précédemment.

2 Démodulation d'amplitude

Démodulation par détection d'enveloppe :
Déterminer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de démoduler le signal obtenu précédemment par détection d'enveloppe.

Démodulation synchrone :
Déterminer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de démoduler le signal obtenu précédemment par démodulation synchrone.

Spectre d'un signal démodulé :
Déterminer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de tracer le spectre du signal obtenu précédemment.

3 Réception de radios « grandes ondes »

Déterminer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de générer puis capter une émission de radio « grandes ondes ».

Annexe 1 - Modulation et démodulation d'amplitude

Moduler un signal en amplitude, c'est faire varier son amplitude au cours du temps à l'aide d'un autre signal. Dans la pratique, on module le plus souvent un signal sinusoïdal appelé « signal porteur » par un signal autre appelé « signal modulant». Le résultat de cette modulation est appelé « signal modulé ».

1 Principe de la modulation d'amplitude

1.1 Principe

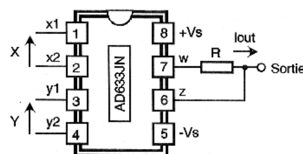
La modulation « en amplitude » consiste donc à faire varier l'amplitude du signal porteur dans le temps :

$$s(t) = a(t)\cos(2\pi f_p t + \varphi) \text{ avec } a(t) = As_m(t) + B$$

Dans la pratique, on va multiplier un signal porteur de la forme $u_p = U_p \cos(2\pi f_p t + \varphi)$ par un signal constitué :
– du signal modulant de la forme $u_m(t)$
– d'un signal constant U_0
On obtient alors :

$$\boxed{u(t) = (u_m(t) + U_0)U_p \cos(2\pi f_p t + \varphi)}$$

La multiplication s'effectue en pratique à l'aide d'un composant appelé multiplieur :

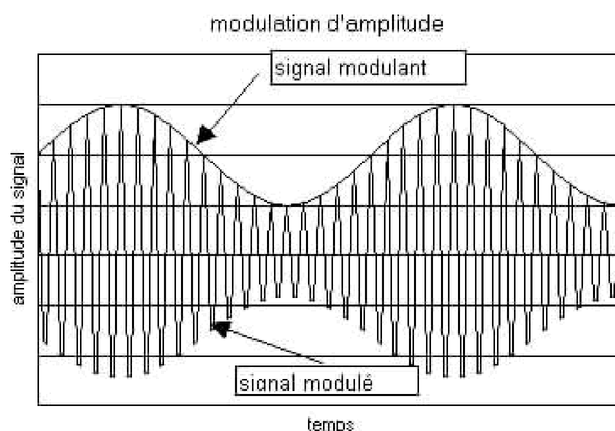


1.2 Exemple

Prenons l'exemple où $u_m(t) = U_m \cos(2\pi f_m t + \phi)$, on obtient :

$$u(t) = (U_m \cos(2\pi f_m t + \phi) + U_0)U_p \cos(2\pi f_p t + \varphi)$$

On obtient alors un signal de forme caractéristique :



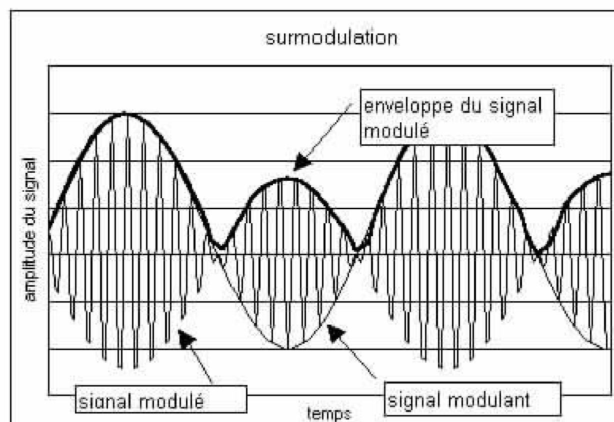
On constate que l'enveloppe supérieure du signal modulé correspond au signal modulant.

L'expression précédente paut se mettre sous la forme :

$$u(t) = U_p U_0 (1 + m\cos(2\pi f_m t + \phi))\cos(2\pi f_p t + \varphi)$$

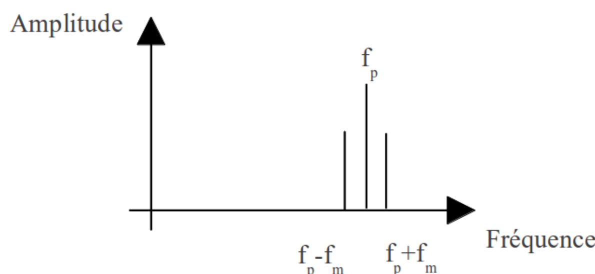
avec $m = \dfrac{U_m}{U_0}$ le « taux de modulation ».

En faisant varier le rapport m, on obtient :



On constate que si $m > 1$, le signal modulant n'est plus contenu dans l'enveloppe, on parle de « surmodulation ».

Le spectre du signal obtenu est alors le suivant :



On comprend alors l'un des intérêts de la modulation : le signal est regroupé autour de la fréquence f_p : on pourra alors à l'aide d'un filtre passe-bande récupérer ce signal (principe du « circuit d'accord » d'un antenne radio), puis récupérer l'évolution de l'amplitude de l'enveloppe du signal (étape de « démodulation ») pour récupérer le signal modulant.

2 Principe de la démodulation d'amplitude

2.1 Principe

Récupérer le signal modulant à partir d'un signal modulé se nomme « démodulation ». Elle peut être réalisée par exemple par **démodulation synchrone** ou par **démodulation par détection d'enveloppe**.

2.2 La démodulation synchrone

Elle consiste en la multiplication du signal modulé par un signal synchrone avec la porteuse (par exemple la porteuse elle-même), puis en l'application d'un filtre passe-bas.

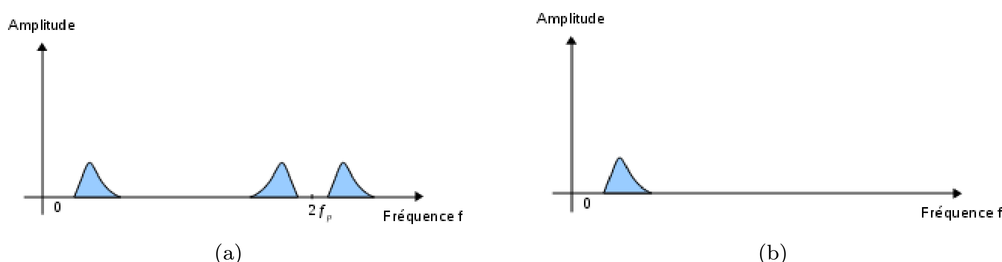


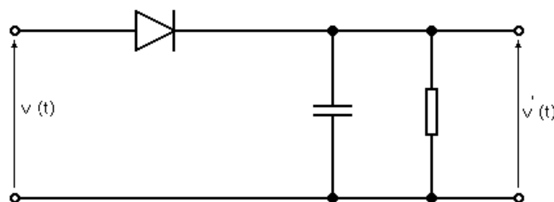
FIGURE 1 – Sur la figure (a), le spectre du signal obtenu par multiplication du signal modulé par le signal synchrone montre que le signal est présent aux basses fréquences. Il ne reste plus qu'à appliquer un filtre passe-bas pour obtenir un signal dont le spectre est représenté sur la figure (b).

2.3 La démodulation par détection d'enveloppe

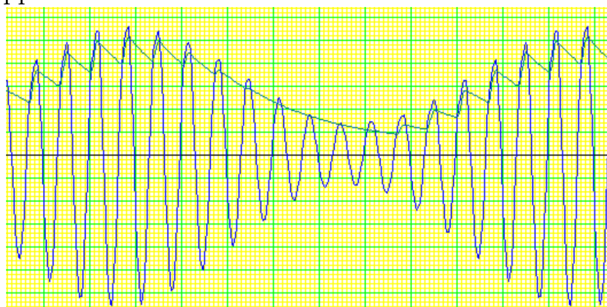
Elle se réalise en deux étapes :
– la « détection d'enveloppe » (permettant de récupérer le « signal d'enveloppe ») ;
– l'élimination du signal continu (permettant de centrer le signal d'enveloppe).

2.3.1 La détection d'enveloppe

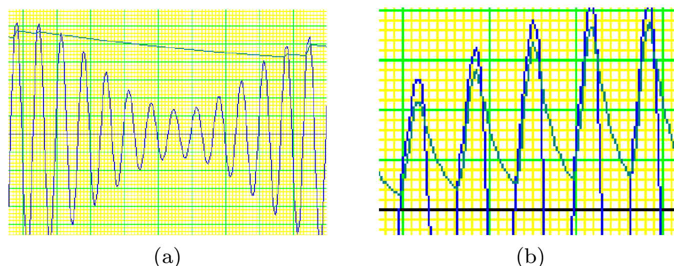
La détection d'enveloppe se réalise assez simplement à l'aide du montage suivant :



Le résultat consiste en une succession de courbes de charges et décharges qui permettent le suivi global de l'évolution du signal d'enveloppe :



Les conditions pour une bonne détection d'enveloppe sont illustrées par les schémas suivants :



(a) (b)

FIGURE 2 – Sur la figure (a), le temps caractéristique τ RC est trop grand devant la période du signal modulant, alors que sur la figure (b), τ est trop petit devant la période du signal modulé.

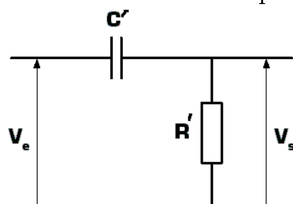
Pour avoir une bonne détection d'enveloppe, on doit avoir :

$$T_p << RC < T_m$$

avec T_m la période du signal modulant et T_p celle du signal porteur.

2.3.2 L'élimination de la composante continue

L'élimination du signal continu peut s'effectuer à l'aide d'un simple filtre passe-haut du premier ordre :

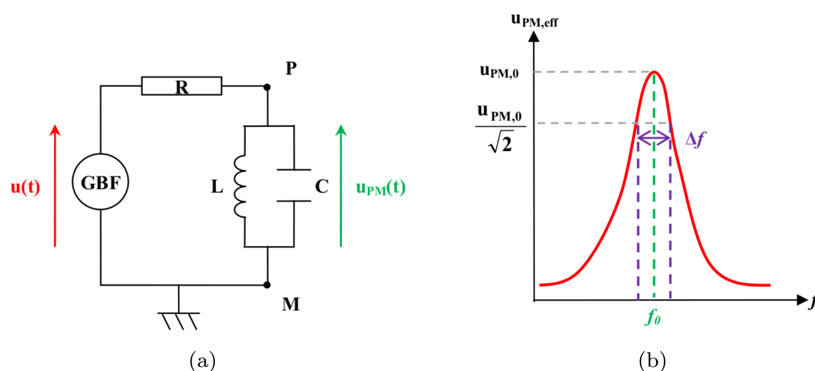


Annexe 2 - Réception de radios « grandes ondes »

Les signaux des radios « grandes ondes » sont modulés en amplitude. Le signal modulant est celui que l'on souhaite transmettre (voix, musique), le signal porteur permet de différencier une radio d'une autre. Pour sélectionner la radio correspondant à un signal porteur de fréquence définie, on utilise un filtre « passe-bande », on dit alors que l'on "accorde" le circuit sur cette fréquence. La démodulation est l'étape suivante, permettant de récupérer le signal modulant.

1 Le « circuit d'accord » : un filtre passe-bande R+L//C

Lorsqu'on fait varier la fréquence f de la tension aux bornes du dipôle R+L//C, on remarque que la tension efficace u_{eff} varie.



(a) (b)

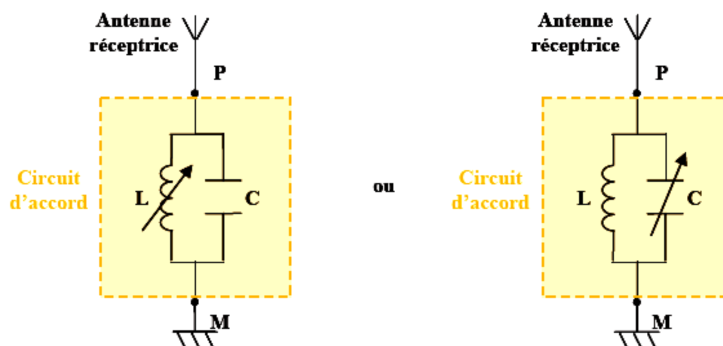
La tension efficace u_{eff} passe par un maximum pour une fréquence f_0 appelée fréquence propre du dipôle R+L//C qui vaut : $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

On appelle Δf la bande passante à -3 dB qui correspond au domaine de fréquence pour lequel la valeur de la tension efficace est supérieure à $\dfrac{u_{\text{eff,max}}}{\sqrt{2}}$.

Un tel circuit est qualifié de « filtre passe-bande » car la tension à ses bornes prend une valeur importante dans un intervalle de fréquence. Il permet ainsi la sélection d'une « bande » de fréquence bien précise centrée sur la fréquence f_0.

2 L'antenne de réception

Une antenne peut recevoir toutes les ondes hertziennes émises par les différentes radios. Pour sélectionner une radio particulière de porteuse f_p, il faut coupler l'antenne réceptrice à un filtre passe-bande d'inductance L (ou de capacité C) variable convenablement réglé appelé « circuit d'accord ».



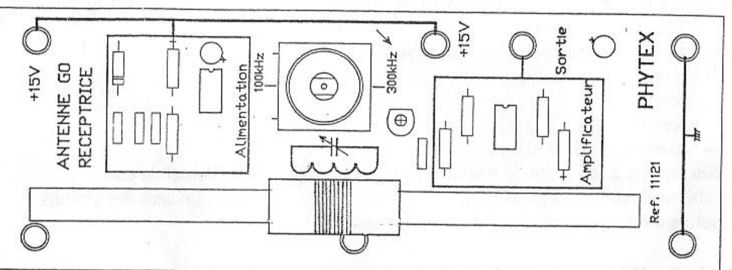
La fréquence propre f_0 du circuit d'accord est alors égale à la fréquence f_p de la porteuse :

$$f_0 = f_p$$

Dans la pratique le bouton des stations est relié à un condensateur de capacité variable. La bande passante du circuit d'accord doit être suffisamment étroite pour ne capter que la station recherchée, mais suffisamment large pour englober la largeur de bande nécessaire du fait de la modulation d'amplitude.

Annexe 3 - Mode d'emploi du module de réception « grandes ondes »

M.A.O.H.
ANTENNE RECEPTRICE
Réf. 11 121

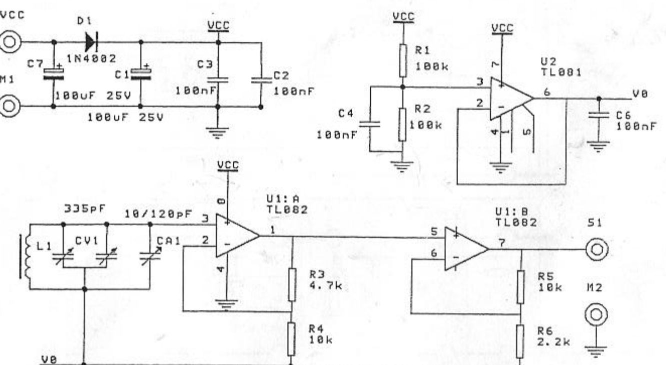


- * **Module antenne réception d'ondes hertziennes**
- * **Circuit RLC parallèle**
- * **Fréquence ajustable 100 à 300 kHz**
- * **Réception des ondes radio**
- * **Economique**
- * **Pratique**
- * **Connexions sur douilles diam. 4 mm**
- * **Homogène avec la gamme PHYTEX**

PHYTEX SCIENCES – ZI N°1 Nétreville 533 rue de Cocherel 27000 EVREUX
Téléphone 02 32 31 06 90 - Télécopie 02 32 38 73 49

3) CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- L = 4 mH environ
- C ajustable de 10 à 770 pF(un condensateur ajustable de 10 pF à 120 pF est placé en parallèle ,ce qui permet de ne pas descendre en dessous de 10 pF, et de rester dans la gamme des fréquences radio.
- Fréquence de résonance: 100 kHz à 130 kHz
- Amplificateur 2 étages, de gain 3 et 6, ce qui donne un gain de 18.
- Alimentation: +/-15 V
- Sortie basse impédance ~ 1000 ohms



ENTRETIEN MAINTENANCE

Conformité aux normes européennes. Ce circuit a été construit conformément aux récentes normes européennes (normes **CE**). **S**a nature exclusivement pédagogique nous conduit à le livrer avec les composants visibles et accessibles. Ceux-ci sont donc sensibles aux décharges d'électricité statiques. Vous devez prendre les précautions nécessaires pour éviter tout contact qui pourrait les endommager

Garantie - service après vente. Cet appareil est garanti 2 ans, pièces et main d'oeuvre. Pour toute réparation, pendant, ou hors garantie, adressez-vous à PHYTEX

PHYTEX
SCIENCES
MESURE - INSTRUMENTATION - PHYSIQUE-CHIMIE
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE
ZI N°1 Nétreville – 533 rue de Cocherel
27000 EVREUX **France**
Téléphone +2 32 31 06 90 - Télécopie +2 32 38 73 49

PHYTEX 11 121 4

PRINCIPE - DESCRIPTION

1) PRINCIPE - DESCRIPTION

Pour l'étude de l'émission, la transmission, et la réception de signaux, PHYTEX a développé une gamme de modules sur circuit imprimé. Le module antenne réceptrice est un de ces éléments. Il permet la réception Grandes Ondes. Composé d'un circuit RLC parallèle. L est une bobine avec un noyau en ferrite, et C est un condensateur réglable à air. Un amplificateur incorporé facilite la réception et le transfert de l'information vers le démodulateur. Fréquence de résonance: 100 kHz à 300 kHz, selon le réglage de C. Réception des émissions de l'antenne :

- 120 kHz,

et aussi celles des Grandes Ondes commerciales:

- France Inter (164 kHz);
- Europe 1 (185 kHz);
- Monte Carlo (218 kHz);
- Luxembourg (236 kHz)...

Pour des raisons d'efficacité, le bâton en ferrite a été retenu, car il possède une perméabilité élevée par rapport à l'air. L'émission comme la réception sont des circuits RLC souvent rencontrés dans l'enseignement scientifique.

2) MISE EN SERVICE

Manipulation
Nous allons observer la transmission d'un signal et sa réception

Matériel nécessaire

- Module ANTENNE RÉCEPTRICE .... Réf. 11 121
- Module antenne émettrice .... Réf. 11 120
- Générateur de fonctions .... Réf. 10 046
- Alimentation +/-15V .... Réf. 10 055
- Oscilloscope .... Réf. 10 128
- Fils de connexions fiches bananes diam. 4 mm

Expériences

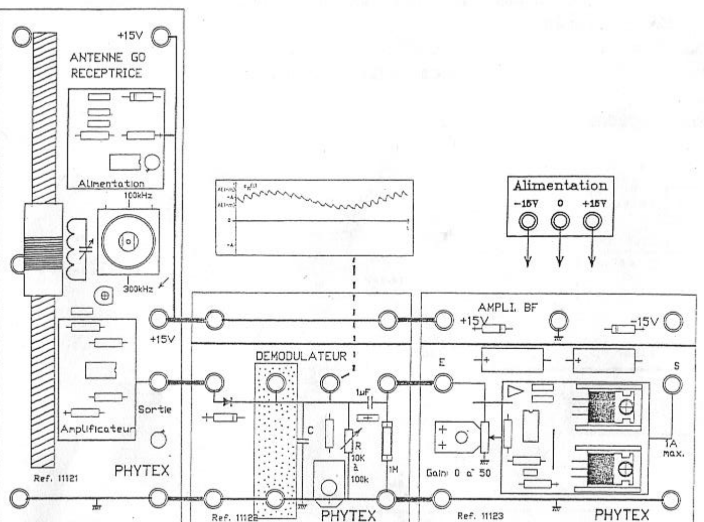
- Alimentez les modules en +/- 15 V
- Alimentez la bobine émettrice avec le GF, réglé à 120 kHz
- Placez face à face la bobine émettrice et la bobine réceptrice
- Connectez la sortie de l'antenne réceptrice sur votre oscilloscope
- Agissez sur la valeur du condensateur réglable (gros bouton) pour obtenir un signal sur votre oscilloscope.
- Remarquez la très faible bande passante pour un réglage. Ajustez la fréquence du GF pour obtenir le maxi sur l'oscillo

PHYTEX 11 121 2

MANIPULATION

Avec l'ensemble des modules modulation d'amplitude en ondes hertziennes, vous ferez des expériences sur la modulation, la transmission, la détection de signaux électromagnétiques.

Réalisez le montage ci dessous



Expériences

Avec ce montage, vous pouvez recevoir les principales radio commerciales:
Avec l'ensemble des modules modulation d'amplitude en ondes hertziennes, vous ferez des expériences sur la modulation, la transmission, la détection de signaux électromagnétiques.
Reportez vous à la notice livrée avec l'ensemble MAOH
Pour cela:

- effectuez le montage ci contre (commencez par les connexions avec cavaliers)
- mettez sous tension les circuits
- mettez le gain de l'ampli BF au maximum
- tournez lentement le bouton du condensateur réglable

=> pour certaines fréquences d'accord, vous recevez une radio "grandes ondes".
Observez les signaux (fugitifs) à l'oscillo, écoutez la radio sur le haut parleur
Vous pouvez repérer la position des radio G.O., sachant que

* France inter # 164 kHz
* Europe 1 # 185 kHz
* Monte Carlo # 218 kHz
* Luxembourg # 236 kHz

PHYTEX 11 121 3